

Ida Strengell

FEMORAL NECK SYSTEM (FNS) JA REISILUUN KAULAN MURTUMA

Syventävien opintojen kirjallinen työ
Syyslukukausi 2021

Ida Strengell

FEMORAL NECK SYSTEM (FNS) JA REISILUUN KAULAN MURTUMA

Kliininen laitos

Syyslukukausi 2021

Vastuuhenkilöt: LT Elina Ekman ja dosentti Inari Laaksonen

Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

STRENGELL, IDA: Femoral Neck System (FNS) ja reisiluun kaulan murtuma

Syventävien opintojen kirjallinen työ, 20 s., 7 liites.
Ortopedia ja traumatologia
Heinäkuu 2021

Tässä tutkielmassa tarkasteltiin reisiluun kaulan murtumien leikkaushoidossa käytettävän Femoral Neck Systemin (DePuy Synthes, Zuchwil, Switzerland) (FNS) käyttöä kirjallisuuskatsauksen avulla. Osana tutkielmaa perehdyttiin lisäksi reisiluun kaulan murtumiin yleisemmin.

Tiedonhaku toteutettiin laatimalla useita hakulausekkeita, joiden tavoitteena oli löytää laitteen käyttöä ja ominaisuuksia käsittelevät artikkelit. Tietokantahaut toteutettiin useissa eri tietokantoissa (Pubmed, Medic, Embase, OVID Medline, Scopus, Science Direct) ja lopulta katsaukseen sisällytettiin kolme julkaisua, joiden pohjalta aiheeseen tutustuttiin.

Katsauksen perusteella FNS:n todettiin vastaavan mekaanisten ominaisuuksiensa osalta reisiluun kaulan murtumien hoidossa nykyisin käytettäviä yleisempiä osteosynteesimenetelmiä, kuten kolmea ruuvia. Tutkimukset antavat viitteitä menetelmän pätevyydestä myös kliinisessä käytössä. Jatkossa tarvitaan lisää tutkimusta näiden tulosten vahvistamiseksi.

Asiasanat: reisiluun kaulan murtuma, Femoral Neck System, FNS

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	1
1.1 Aineisto ja menetelmät	2
2. REISILUUN KAULAN MURTUMA.....	3
2.1. Epidemiologia.....	3
2.2 Anatomia.....	3
2.3 Vammamekanismi.....	5
2.4 Riskitekijät	6
2.5 Diagnoosi ja luokittelu.....	6
2.6 Ennuste ja toimintakyky	9
3. HOITO	11
3.1 Konservatiivinen hoito	11
3.2 Tekonivel.....	12
3.3 Girdlestonen toimenpide	13
3.4 Osteosynteesi.....	13
4. FEMORAL NECK SYSTEM (FNS)	15
4.1 Laite	16
4.2 Tutkimukset	16
5. POHDINTA	19
Lähteet.....	1

1. JOHDANTO

Suomessa diagnosoidaan vuosittain noin 7500 lonkkamurtumaa, joista lähes jokainen hoidetaan operatiivisesti.^{1,2} Tulevaisuudessa lonkkamurtumien määrän uskotaan lisääntyvän väestön ikääntymisen seurauksena. Tässä opinnäytetyössä lonkkamurtumalla tarkoitetaan reisiluun yläosan murtumaa alkaen reisiluun kaulasta ja päättyen distaalisesti viiden senttimetrin etäisyydelle pienestä sarvennoisesta (kuva 1). Tyyppipotilas on samalla tasolla kaatunut yli 65-vuotias nainen, jonka luun laatu on heikentynyt osteoporoosin seurauksena. Lonkkamurtumiin liittyy vertailuväestöön nähden merkittävä kuolleisuuden kasvu ja tämä korostuu erityisesti reisiluun kaulan murtumissa.^{3,4}

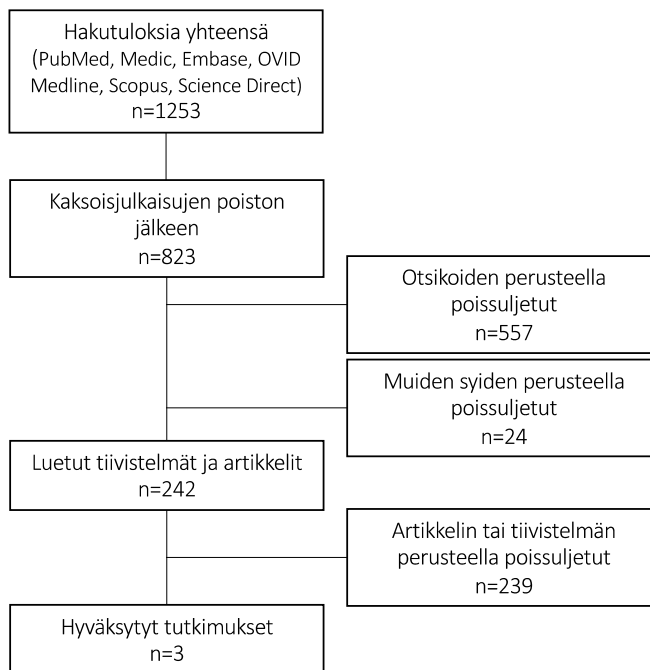
Lonkkamurtumista 60% on reisiluun kaulan murtumia ja näistä 16% hoidetaan osteosynteesillä eli murtuman kiinnityksellä.⁵ Muut hoitovaihtoehdot ovat kokotekonivel ja yleisimmin käytetty osatekonivel. Erityisesti nuorempien potilaiden kohdalla pyritään säästämään potilaan oma lonkkanivel valitsemalla murtuman kiinnitys tekonivelen sijaan. Osteosynteesin käytön etuja tekoniveleen verrattuna ovat vähemmän kajoava leikkaustekniikka sekä pienempi infektioriski.⁶ Tekonivelen käyttöön liittyy lisäksi sijoiltaanmenon riski.

Uusintaoperaatioiden määrä osteosynteesillä hoidetuissa murtumissa ei ole juuri pienentynyt viimeisen 30 vuoden aikana⁷ ja viime vuosina markkinoille on tuotu useita uuden sukupolven osteosynteesi-implantteja perinteisten leikkausmenetelmien rinnalle. Uudet implantit pyrkivät yhdistämään nykyisin käytössä olevien menetelmien parhaat puolet yhteen laitteeseen ja samalla vähentämään komplikaatioiden ja uusintaleikkausten määriä.⁸ Tutkimuksissa uudet menetelmät ovat osoittautuneet nykyisten menetelmien veroisiksi, mutta eivät ole näyttäneet merkittävästi parempina.⁸⁻¹¹ Yksi uusista menetelmistä on Femoral Neck System (DePuy Synthes, Zuchwil, Switzerland), joka tuli markkinoille vuonna 2017. Kokemuksia laitteen käytöstä reisiluun kaulan murtumien hoidossa on vielä vähän, mutta ensimmäiset tutkimustulokset viittaavat laitteen vertautuvan varsinkin mekaanisten ominaisuuksiensa osalta pidempään käytössä olleisiin osteosynteesimenetelmiin, kuten kultaisena standardina pidettyyn kolmeen ruuviin.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella Femoral Neck Systemin (FNS) käyttöä reisiluun kaulan murtumien hoidossa kirjallisuuskatsauksen avulla.

1.1 Aineisto ja menetelmät

Kirjallisuushaku toteutettiin laatimalla useita hakulausekkeita, joiden tavoitteena oli löytää FNS:n käyttöä tai ominaisuuksia käsittelevät artikkelit (Liite 1). Haku toteutettiin suppeana useissa tietokannoissa (Medic, Embase, OVID Medline, Scopus, Science Direct) sekä laajemmin PubMedissa. Haut suoritettiin helmikuussa 2021 ja tarkastushaku suoritettiin 15.4.2021. Hakuja vastaavia tuloksia löytyi yhteensä 1253 kappaletta, joista aiheeseen liittymättömien, kaksoisjulkaisujen sekä muiden syiden perusteella poissuljettujen julkaisujen jälkeen tarkasteltiin tarkemmin 242:ää tiivistelmää tai artikkelia. Näistä kolme sisällytettiin katsaukseen (kuvio 1).



Kuvio 1: Hakutulokset.

Muiden syiden vuoksi poissuljettujen artikkelien joukossa 11 julkaisun kieli oli jokin muu kuin suomi tai englanti, yhdeksän artikkelia ei ollut saatavilla, yksi julkaisu oli videomuotoinen ja yksi artikkeli oli hakupäivämääränä julkaisematon. Julkaisematon artikkeli poissuljettiin julkaisemisen jälkeen aiheeseen liittymättömänä.

2. REISILUUN KAULAN MURTUMA

2.1. Epidemiologia

Lonkkamurtuma on esiintyvyydeltään yleisin murtuma yli 60-vuotiailla suomalaisilla, kattaen lähes puolet kaikista tämän ikäryhmän hoitoa vaativista murtumista.¹² Vuonna 2016 Suomessa raportoitiin 7716 yli 50-vuotiaiden lonkkamurtumaa vastaten noin esiintyvyyttä 350/100 000 henkilöä.¹ Alle 60-vuotiailla lonkkamurtumat ovat harvinaisia, mutta 60 ikävuoden jälkeen ilmaantuvuus kasvaa eksponentiaalisesti.¹² Naisten murtumat käsittävät 80% kaikista lonkkamurtumista¹² ja kansainvälisesti on arvioitu, että jopa kolmasosa yli 80-vuoden ikään elävistä naisista kohtaa lonkkamurtuman elämänsä aikana.¹³

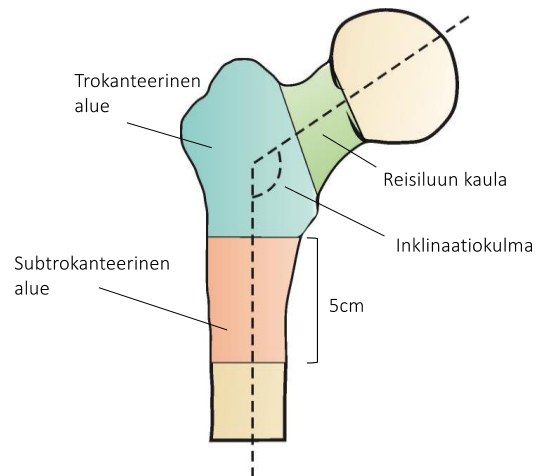
Lonkkamurtumien ilmaantuvuus on viime vuosikymmeninä ollut laskussa kaikissa ikäluokissa sekä miehillä että naisilla¹ ja potilaiden keski-ikä on noussut. Sama ilmiö on havaittu kansainvälisestikin^{1,13} ja syyksi on esitetty muun muassa potilaiden parantunutta koordinaatiota ja lihasvoimaa, parempaa ravitsemusta sekä osteoporoosin kehittynyttä hoitoa. Myös väestön painoindeksin (BMI, body mass index) noususta on haettu selitystä lonkkamurtumien ilmaantuvuuden vähenemiseen.¹

Mikäli esiintyvyys pysyy vuoden 2016 tasossa, ennustetaan lonkkamurtumien absoluuttisen määrän jatkavan kasvuaan johtuen ikääntyneen väestön lisääntyvästä osuudesta. Jos taas viime vuosikymmenen aikana havaittu laskeva trendi jatkuu, tullaan tulevaisuudessa näkemään vähäinen lonkkamurtumien absoluuttisen määrän lasku.¹

2.2 Anatomia

Lonkkanivel (lat. *articulatio coxae*) on reisiluun (lat. *femur*) ja lonkkaluun (lat. *os coxae*) lonkkamaljan (lat. *acetabulum*) muodostama pallonivel. Proksimaalinen reisiluu jaetaan kolmeen

anatomiseen osaan sen luisten ulokkeiden, sarvennoisten, suhteen: reisiluun pää, intertrokanteerinen- ja subtrokanteerinen alue (kuva 1). Iso sarvennoinen (lat.*trochanter major*) sijaitsee reisiluun päähän nähden lateraalisesti ja siihen kiinnittyvät reiden abduktorit (*m.gluteus medius* ja *m.gluteus minimus*) sekä rotaattorit (*m.piriformis*, *m.gemellus superior et inferior*, *m.obturator internus*). Pieni sarvennoinen (lat.*trochanter minor*), *m.ilioaksoksen* jänteen kiinnityskohta, sijaitsee varren posteromedialisella puolella, distaalisesti isosta sarvennoisesta.

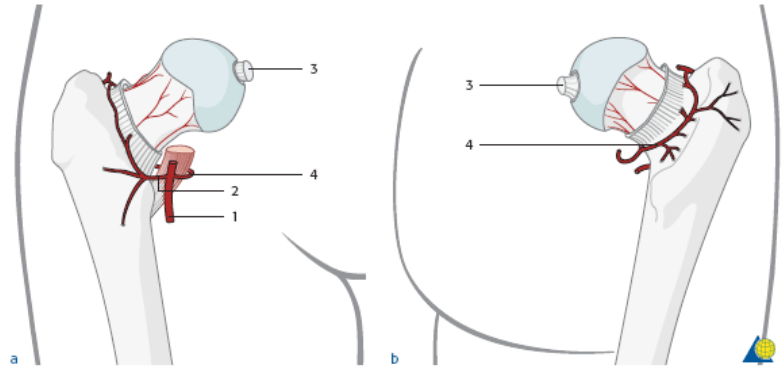


Kuva 1: Reisiluun proksimaaliosan murtumien luokittelu. Inkлинаatiokulma on merkitty kuvaan katkoviivalla.

Reisiluun kaula yhdistää reisiluun pään reisiluun varteen. Kaulan ja varren välinen kulma (inklinaatiokulma) on aikuisella 115–140°, mutta pienenee iän myötä ja on naisilla pienempi johtuen lantion muodosta (kuva 1). Inkлинаatiokulma mahdollistaa lonkkanivelen laajemmat liikkeitä ja sujuvan kävelyn, mutta altistaa samalla reisiluun kaulan merkittävälle vertikaaliselle voimalle. Tämä kuormitus yhdistettynä osteoporoosin tai maligniteetin heikentämään luun laatuun selittää osaltaan erityisesti iäkkäiden ihmisten reisiluun kaulan murtumariskiä.¹⁴

Nivelkapseli ympäröi koko reisiluun pään ja lisäksi valtaosan reisiluun kaulasta rajoittaen lonkkanivelen yliekstensiota ja ulkorotaatiota. Kapselin sirkulaariset säikeet (*Zona Obicularis*) muodostavat nivelkapselin ohuen ja väljän takaosan. Lisäksi takakapselia vahvistaa ischiofemoraalinen ligamentti (lat. *lig. ischiofemorale*). Edellistä vahvemman etukapselin muodostavat Y:n muotoon asettuvat iliofemoraalinen (lat. *lig. iliofemorale*) ja pubofemoraalinen (lat. *lig. pubofemorale*) ligamentti.¹⁵ Reisiluun kaulan murtumat ovat aina nivelkapselin sisäisiä.

Reisiluun kaulan suonituksesta vastaa suurimmaksi osaksi reisivaltimosta (*a.femoralis*) haarautuvan *a.circumflexa femoris*-suonen lateraalihaara (*a.circumflexa lateralis*), joka muodostaa yhdessä mediaalihaaran kanssa ekstrakapsulaarisen



Kuva 2: reisiluun kaulan verisuonitus. A. edestä, b. takaa. 1. a.profunda femoris, 2. a.circumflexa lateralis, 3. ligamentum teres, a. fovealis, 4. a.circumflexa medialis. Lähde: AO Surgery Reference - AO Foundation

verisuonirenkaan reisiluun kaulan tyveen (kuva 2). Renkaan nousevat verisuonihaarat tunkeutuvat nivelkapselin läpi ja jatkavat kulkuaan intrakapsulaarisesti huolehtien reisiluun kaulan ja -pään suonituksesta.¹⁶ *Ligamentum teresin* mukana reisiluun pään *foveolaan* kiinnittyy *a.fovealis*, joka ei kuitenkaan yksinään riitä turvaamaan pään ja kaulan verenkiertoa (kuva 2). Johtuen reisiluun kaulan huonosta verenkierrosta on tämän alueen murtumilla huono ennuste ja verisuonirakenteen vaurioituminen vamman tai hoidon yhteydessä altistaa komplikaatioille, kuten reisiluun pään avaskulaariselle nekroosille ja kulumamuutoksille.¹⁵

Lonkkanivelen hermotuksesta vastaavat *n.obturatorius* (lonkan lähentäjät), *n.femoralis* (lonkan koukistajat) ja *n.ischiadicus* (*m.adductor magnus*, hamstring-ryhmä). Samat hermot hermottavat distaalisemmin polven liikkeitä ja tuntoa, joten lonkkanivelen kipu voidaan aistia polvikipuna ja toisin päin.¹⁶

2.3 Vammamekanismi

Reisiluun kaulan murtuman tyypillisin vammamekanismi yli 50-vuotiailla on pienien energien kaatuminen (esimerkiksi kaatuminen samalla tasolla, vuoteesta putoaminen tai liukastuminen). Murtuma voi syntyä suorasta kaatumisesta lonkan päälle, kiertoliikkeen seurauksena tai spontaanisti vaikean osteoporoosin tai maligniteetin heikentämään luuhun.^{17,18} Alle 50-vuotiailla tyypillisimmät vammamekanismit ovat korkeaenergisiiä, kuten liikennetapaturma tai putoaminen korkealta. Tyypillistä näille vammoille on reisiluun aksiaalinen kuormitus ja seurauksena on

useimmiten reisiluun kaulan murtuma tai murtumaluksaatio, riippuen lonkan asennosta vammahetkellä.¹⁸

2.4 Riskitekijät

Lonkkamurtuman tärkein riskitekijä on kaatuminen ja 90 % iäkkäiden lonkkamurtumista on seurausta matalaenergisestä kaatumisesta.^{19,20} Muita merkittäviä riskitekijöitä ovat ikä ja sukupuoli: 80% lonkkamurtumapotilaista on naisia ja lähes jokainen potilas sukupuolesta riippumatta on yli 65-vuotias.^{20,21}

Vaikutettavissa olevia lonkkamurtuman riskitekijöitä ovat alentunut luuntiheys (T-score alle -2,5), aikaisempi lonkkamurtuma itsellä tai suvussa, vähentynyt fyysinen aktiivisuus, D-vitamiinin puute, matala sosioekonominen asema, pieni BMI ja tiettyjen, erityisesti luuntiheyttä heikentävien tai kaatumisriskiä lisäävien, lääkkeiden säännöllinen käyttö.^{17,21–24} Murtumariskin arvioon on kehitetty useita mittareita, joista Käypä hoito suosittaa FRAX (Fracture Risk Assessment Tool) -laskuria. FRAX laskee riskitekijöihin perustuvan murtumariskin todennäköisyyden 10 vuoden ajalle. Laskuri ei ota huomioon mitattua luuntiheyttä eikä kaatumisen riskitekijöitä, mutta on käyttökelpoinen arvioitaessa kliinisesti luuntiheyttä sekä osteoporoosilääkityksen aloitusta.²⁵

Kaatumisten ehkäisy on ensisijaista myös lonkkamurtumien ehkäisyssä. Kaatumisen riskitekijöitä ovat aikaisempi kaatuminen, kiertohuimaus, antiepileptisten lääkkeiden käyttö, haasteet kävelyssä ja kävelyn apuvälineen käyttö, muistisairaudet, huono näkö sekä krooninen kipu.^{26,27} Kohtuullinen fyysinen harjoittelu on vaikuttavaa lonkkamurtumien ehkäisyä, sillä se paitsi ehkäisee kaatumisia parantamalla koordinaatiota ja lihasvoimaa, myös ehkäisee osteoporoosia.^{28–31}

2.5 Diagnoosi ja luokittelu

Reisiluun kaulan murtumaepäilyn herättää tyypillinen vamma-anamneesi ja kipu lonkan alueella. Useimmiten anamneesissa on tyypillinen matalaenerginen kaatuminen, jonka jälkeen jalalle

varaaminen on ollut mahdotonta. Dislokoituneissa murtumissa voidaan kliinisessä tutkimuksessa havaita lonkkamurtumalle tyypillinen murtuneen raajan ulkorotaatio ja lyhentymä terveeseen jalkaan verrattuna. Lonkan aktiiviset liikkeet ovat mahdottomia ja passiivinen liikuttelu provosoi voimakasta kipua. Potilas voi ilmoittaa kipua myös nivusen, pakaralan tai reiden alueella. Hyväasentoisissa murtumissa ja rasitusmurtumissa oireet ovat usein lievempiä ja varaaminen voi olla mahdollista.

Kuvantaminen on aiheellista, kun vammamekanismi on tyypillinen ja potilaalla on kipua lonkan alueella. Hyväasentoinen murtuma voi olla vaikea erottaa röntgenkuvasta ja uusintakuvantamista röntgenillä tai tietokonekuvantamisella tulisi harkita, mikäli vahvasta kliinisestä epäilystä huolimatta primaarikuvantamisessa ei nähdä murtumaa.^{2,32,33}

Reisiluun kaulan murtumat jaetaan niiden anatomisen sijainnin mukaan nivelkapselin sisäisiin eli intrakapsulaarisiin murtumiin sekä nivelkapselin ulkopuolisiin eli ekstrakapsulaarisiin murtumiin (taulukko 1).³² Toinen anatominen jaottelutapa on murtumien luokittelu murtumalinjan sijainnin mukaan: subkapitaalisen murtuman murtumalinja sijaitsee reisiluun kaulan ja pään rajalla, transkervikaalisen kaulan keskellä ja

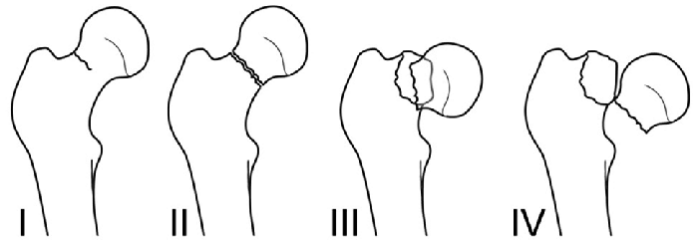
Taulukko 1: Reisiluun kaulan murtumien anatominen luokittelu.

basaalisen reisiluun kaulan tyvessä.^{17,20} Subkapitaalinen ja transkervikaalinen murtuma ovat intrakapsulaarisia, basaalinen murtuma taas voidaan luokitella

Anatominen luokittelu		
Nivelkapselin suhteen	Intrakapsulaarinen	Ekstrakapsulaarinen
Sijainnin suhteen	Subkapitaalinen Transkervikaalinen	Basaalinen

joko intra- tai ekstrakapsulaariseksi ja on ennusteeltaan edellisiä parempi.³⁴ Subkapitaalinen murtuma on ennusteeltaan heikoin ja siihen liittyy huomattava verisuonivaurion ja avaskulaarisen nekroosin riski.¹⁷

Yhtä yksiselitteistä, luotettavaa ja
kliiniseen käyttöön parhaiten
soveltuvaa reisiluun kaulan
murtumaluokitusta ei ole.
Todennäköisesti yleisin käytetty on



Kuva 3: Gardenin luokitus. Luokka I: epätyydellinen murtuma tai valgus-suuntaan painunut murtuma. Luokka II: täydellinen murtuma, ei-dislokaatiota. Luokka III: täydellinen murtuma, osittain dislokoitunut. Luokka IV: täydellinen murtuma, täysin dislokoitunut.

Lähde: Hahn S et al. 2017

Gardenin luokitus (kuva 3), joka
perustuu AP-suuntaisesta
röntgenkuvasta tulkittuun murtumaan
ja murtuman dislokaation asteeseen

(Garden I-IV). Yksinkertaistetusti voidaan sanoa, että mitä suurempi on dislokaation aste, sitä heikompi on murtuman ennuste, mutta luokittelu sisältää heikkouksia. Koska luokitus perustuu AP-suuntaisiin kuviin, ei se huomioi murtumafragmentin sivukuvista tulkittavaa posteriorista kallistumaa.

Taulukko 2: Reisiluun kaulan murtumien radiologinen jaottelu.

Posteriorisen kallistuman
on havaittu lisäävän
avaskulaarisen nekroosin,
osteosynteesin
pettämisen ja
uusintaleikkauksen riskiä
erityisesti iäkkäillä.^{35–37}
Luokitus ei myöskään
huomioi murtuman
sijaintia tai
potilaskohtaisia,
murtuman
paranemisennustetta
heikentäviä, riskitekijöitä.

	Radiologinen luokittelu		
	Garden	Pauwels	AO/OTA
Mitä tarkastellaan?	Dislokaation aste AP-suuntaisessa kuvassa	Murtumalinjan ja horisontaalisen akselin välinen kulma	Dislokaation aste ja murtumafragmenttien määrä
Luokkien määrä	4	3	7 (3 pääluokkaa ja 0–3 alaluokkaa)
Määritelmät	I: epätyydellinen murtuma tai valgus-suuntaan painunut murtuma. II: täydellinen murtuma, ei-dislokaatiota. III: täydellinen murtuma, osittain dislokoitunut. IV: täydellinen murtuma, täysin dislokoitunut.	I: <30° horisontaalitasosta II: 30–50° horisontaalitasosta III: >50° horisontaalitasosta	31B1: subkapitaalinen 31B1.1: valgussuuntaan painunut 31B1.2: ei-dislokoitunut 31B1.3: dislokoitunut 31B2: transkervikaalinen 31B2.1: yksinkertainen murtuma 31B2.2: pirstaileinen murtuma 31B2.3: viistomurtuma Lisäluokitus Pauwelsin luokituksen mukaan, jossa Pauwels I,II,III = p,q,r 31B3: basikervikaalinen

Vaihtoehdoksi on esitetty posteriorisen kallistuman lisäämistä osaksi luokittelua tarkentamaan

diagnostiikkaa ja ohjaamaan hoitolinjan valintaa³⁸ tai siirtymistä kaksiluokkaiseen luokitteluun sen mukaan, onko murtuma dislokoitunut vai ei.^{32,34}

Historiallisesti yksi ensimmäisistä reisiluun kaulan murtumaluokituksista, Pauwelsin luokitus, on edelleen osittain käytössä. Luokittelu perustuu murtumalinjan ja horisontaalisen akselin väliseen kulmaan, jonka avulla murtumat jaetaan kolmeen kategoriaan (Pauwels I-III). Mitä suurempi kulma, sitä suurempi on Pauwels-luokitus (taulukko 2). Luokituksen kliininen ennustearvo on kuitenkin erityisesti reisiluun kaulan lyhentymän ja murtuman luutumisen osalta heikko.³⁹ Tuorein luokitus on AO/OTA-murtumaluokitus, joka ottaa huomioon paitsi dislokaation asteen myös murtumafragmenttien määrän.^{34,40} Luokitus ei kuitenkaan ole vakiinnuttanut asemaansa kliinisessä käytössä.

2.6 Ennuste ja toimintakyky

Lonkkamurtumapotilaiden kuolleisuus on murtuman jälkeen noin kolminkertainen muuhun väestöön verrattuna³ ja reisiluun kaulan murtumissa mortaliteetti on jopa 77% korkeampi verrattuna ekstrakapsulaarisiin lonkkamurtumiin.⁴ Prosentuaalisesti lonkkamurtuman jälkeinen kuolleisuus on jopa 24% ensimmäisen vuoden aikana ja hoitokotipotilailla korkeampi, noin 36%.^{41,42}

Postoperatiivisen mortaliteetin riskiä nostavat voimakkaimmin aikaisempi liikkumisen apu, korkea ikä, epänormaali preoperatiivinen EKG sekä todettu kognitiivinen heikentyminen.⁴ Ennustetta heikentävät lisäksi miessukupuoli sekä komorbiditeettien esiintyminen.^{13,42,43} Tavallisimpia varhaisia kuolinsyitä ovat tromboemboliset komplikaatiot, pneumonia, sepelvaltimotauti ja dementia. Paitsi näitä tiloja yksinään, myös kokonaiskuolleisuutta voidaan ehkäistä hyvällä profylaktisella antikoagulaatiohoidolla, kivunhoidolla sekä varhaisella postoperatiivisella mobilisaatiolla.^{3,17,44}

Lonkkamurtuman jälkeen vain noin puolet potilaista pystyy palaamaan aikaisemmalle itsenäisyyden tasolle ja itsenäisen kävelykyvyn menettää sama prosentuaalinen osuus.^{21,41}

Lonkkamurtuma on yhdistetty myös heikentyneeseen elämänlaatuun, lisääntyneeseen depression ja sosiaaliseen eristäytymiseen.¹³ Ensimmäisen vuoden aikana laitoshoidon päätyy jopa 20 % potilaista ja ennen murtumaa itsenäisesti pärjänneistäkin 11% jää vuodepotilaiksi ja 80% tarvitsee apuvälineen kävelyn tueksi.⁴⁵

Huomattava osa lonkkamurtumapotilaista kokee elämänsä aikana toisenkin lonkkamurtuman ja aikaisempi kaatumistapaturma on riskitekijä uudelle sairaalahoitajaksolle saman syyn vuoksi.⁴⁶ Toisen lonkkamurtuman riskitekijät ovat pääosin samoja kuin ensimmäisen murtuman kohdalla, mutta ensimmäiseen murtumaan verrattuna kuolleisuus on kasvanut.⁴⁷ Erityisesti osteoporoottisten murtumien kohdalla voidaan havaita lisääntynyt riski uudelle osteoporoottiselle murtumalle koko loppuelämän ajan.⁴⁸ Riski on suurimmillaan välittömästi murtuman jälkeen laskien tasaisesti ajan myötä, mutta ei kuitenkaan koskaan laske samalle tasolle vertailuväestön kanssa.

3. HOITO

Reisiluun kaulan murtuman hoitomenetelmän valinta on aina potilaskohtainen. Hoito on aina päivystyksellisesti toteutettavaa ja useimmissa tapauksissa operatiivista.^{17,49} Pääsääntöisesti hyväasentoiset reisiluun kaulan murtumat (Garden I ja II) hoidetaan etenkin nuoremmilla potilailla osteosynteesillä eli murtuman kiinnityksellä ja huonoasentoiset (Garden III ja IV) tekonivelellä.⁶ Basaaliset murtumat hoidetaan kuten trokanteeriset murtumat, tavallisimmin sivulevy-liukuruuvi-yhdistelmällä.^{17,32} Hoitomenetelmästä riippumatta tavoitteena on mahdollisimman varhainen varauksen salliminen ja mobilisaatio.⁵⁰ Suomessa reisiluun kaulan murtumista osatekonivelellä (HA) hoidetaan 75%, kokotekonivelellä (THA) 9% ja osteosynteesillä 16%.⁵

Tutkimukset osoittavat, että ensimmäisen vuorokauden kuluessa sairaalaan saapumisesta hoidetuilla potilailla on vähemmän kipua ja komplikaatioita, lyhyempi sairaalassaoloaika sekä pienempi kuolleisuus verrattuna potilaisiin, joiden operatiivinen hoito on toteutunut tätä myöhemmin.^{51,52} Sen sijaan leikkauksen ajankohdan aikaistaminen ensimmäisen vuorokauden aikana ei ole osoittautunut merkitykselliseksi kuolleisuuden kannalta.⁵³ Ennen leikkausta oleellista on huolehtia niin potilaan hyvästä yleisilasta, kuin riittävästä kivunhoidosta. Tämä voidaan toteuttaa paitsi kipulääkkeillä, myös reisihermon (*n.femoralis*) johtopuudutuksella tai epiduraalisella puudutuksella antikoagulaatio huomioiden.^{54,55}

3.1 Konservatiivinen hoito

Reisiluun kaulan murtuman konservatiivinen hoito on perusteltua ainoastaan merkittävistä potilaskohtaisista syistä, kuten poikkeuksellisen korkeasta leikkausriskistä johtuen, sillä hyväasentoistenkin murtumien kohdalla riski asennon pettämiseen ilman operatiivista hoitoa on 12-33%^{5,17}, joidenkin lähteiden mukaan jopa 55%.⁵⁶ Konservatiiviseen hoitolinjaan liittyy lisääntynyt kuolleisuuden riski ja mikäli tähän päädytään, on varhainen mobilisaatio olennaista mortaliteetin vähentämiseksi.^{6,42}

3.2 Tekonivel

Osa- tai kokotekonivel on suositeltu vaihtoehto erityisesti iäkkäimmille potilaille, joilla on huonoasentoinen reisiluun kaulan murtuma (Garden III-IV).^{5,57,58} Valinnassa osa- ja kokotekonivelen välillä on otettava huomioon muun muassa potilaan ikä, aktiivisuus ja aikaisempi toimintakyky. Murtuman vuoksi asennetun lonkan tekonivelen varsikomponentin tulisi olla sementtikiinnitteinen.^{2,59} Sekä osa- että kokotekonivelessä yleisimmät komplikaatiot ovat proteesin dislokaatio ja infektio.⁴⁹

Osatekonivel on kokotekoniveltä enemmän käytetty, kustannustehokas ja soveltuva iäkkäille potilaille, joiden luun laatu on heikentynyt.^{5,6,17} Sen käytön edellytys on potilaan oman lonkanivelen hyvä kunto, sillä erityisesti aktiivisemmilla potilailla nivelruston kulumisen voi myöhemmin aiheuttaa lonkkamaljakon puolen nivelruston kulumista ja kipua protetisoidussa nivelessä, joka voi johtaa osatekonivelen korvaamiseen kokotekonivelellä.⁶⁰ Osatekonivel valikoituukin usein hoitovaihtoehdoksi fyysisesti vähemmän aktiivisille potilaille. Verrattuna osteosynteesiin, osatekonivelleikkaukseen liittyi kahden vuoden seurannassa vähemmän uusintaoperaatioita ja parempi lonkanivelen liikkuvuus.⁶¹

Kokotekonivel on osatekoniveltä sopivampi vaihtoehto nuoremmille ja fyysisesti aktiivisemmille potilaille ja se sopii myös nivelrikon tai nivelreuman kuluttamaan lonkaniveleen.⁵ Potilaiden kokemassa tyytyväisyydessä kokonaislopputulokseen ei ole havaittu merkittäviä eroja osa- ja kokotekonivelen välillä.⁶² Toimenpiteenä kokotekonivelen asettaminen on osatekoniveltä raskaampi, mikä on joidenkin potilaiden kohdalla ratkaisevassa asemassa hoitolinjaa valittaessa.^{60,63} Osatekoniveleen verrattuna kokotekonivelen käyttöön liittyy mahdollisesti suurentunut dislokaation riski, joka on joidenkin tutkimusten mukaan jopa 2,5-kertainen verrattuna osatekoniveleen (3% vs 9%).⁶² Dislokaation esiintymistä voidaan ehkäistä esimerkiksi suosimalla anterolateraalista avausta, valitsemalla läpimitaltaan suurempi implantin nuppi ja dual mobility-kupeilla. Murtuman seurauksena asetettujen kokotekonivelten yleisimmät uusintaleikkausten syyt ovat tekonivelen sijoiltaanmeno (31%), periproteettinen murtuma (28%) ja infektio (17%).⁶⁴ Uusintaoperaatioiden riski kokotekonivelellä hoidetuissa reisiluun kaulan

murtumissa on viiden vuoden seurannassa noin 8%, kun vastaava luku muista syistä asetetuilla tekonivelillä oli 10 vuoden seurannassa 2-4%.⁶⁵ Tekonivelooperaation jälkeen potilas mobilisoidaan välittömästi ja varaaminen sallitaan täydellä painolla.

3.3 Girdlestone toimenpide

Harvoin ja viimeisenä vaihtoehtona käytetty leikkausmenetelmä on reisiluun kaulan ja -pään resektio eli Girdlestone toimenpide. Resektion seurauksena reisiluun suora varsi muodostaa toimimattoman ”nivelen” lonkkamaljan kanssa, johtaen raajan lyhentymiseen. Toimenpiteen yleisimmät indikaatiot ovat septinen artriitti, murtuman luutumattomuus ja tekonivelen aseptinen löystyminen tilanteissa, joissa infektio ei ole enää hallittavissa, potilaan kudosten laatu ei ole riittävä uuden proteesin asettamiselle tai potilaan yleistila ei kestä mittavaa kirurgista toimenpidettä.^{66,67} Mikäli potilaan yleistila sallii, proteesi-infektion kohdalla tulisi ensin kokeilla kohdennettua antibioottihoitoa, puhdistusleikkausta sekä proteesin vaihtoa yksi- tai kaksivaiheisella leikkauksella ennen toimenpiteeseen ryhtymistä. Girdlestone toimenpide helpottaa potilaiden kokemaa kipua ja parantaa infektion lähes aina, mutta toiminnallinen lopputulos on heikko: 45 % potilaista menettää kävelykykynsä täysin ja 29 % itsenäisen kävelykykynsä.^{67,68}

3.4 Osteosynteesi

Osteosynteesillä eli murtuman kiinnityksellä voidaan hoitaa potilaat, joilla on hyvät edellytykset murtuman luutumiselle. Näitä ovat muun muassa nuori ikä (alle 70-vuotta), fyysinen aktiivisuus ja päihdeongelman puuttuminen.¹⁷ Nuorilla potilailla murtuman kiinnitys onkin usein ensisijainen menetelmä reisiluun kaulan murtumaa hoidettaessa, dislokaation asteesta riippumatta.^{5,6} Menetelmän käyttö edellyttää murtuman hyvää asentoa, jonka saavuttamiseksi murtuman repositio voi olla tarpeen.⁸ Osteosynteesin käyttöön liittyvä uusintaoperaation riski on huomattava. Valitusta menetelmästä riippumatta hyväasentoisista murtumista 4-27%^{8,69,70} ja huonoasentoisista jopa 32% leikataan uudestaan. Alun perin osteosynteesillä hoidetuista

hyväasentoisista reisiluun kaulan murtumista 8-16% vaihdetaan uusintaleikkauksessa myöhemmin tekoniveliksi.^{7,69,71}

Osteosynteesivaihtoehtoja on lukuisia, eikä yksikään menetelmä ole osoittautunut muita paremmaksi.^{7,8,69,71,72} Yleisimmin käytössä olevat menetelmät ovat ruuvikiinnitys (eng. *cannulated screw fixation*) ja sivulevy-liukuruuvi-yhdistelmä (eng. *sliding hip screw* tai *dynamic hip screw*, DHS). Ruuvikiinnityksen erityisiä etuja ovat perkutaaninen kiinnitys, lyhyt leikkausaika ja pieni leikkauksenaikainen verenvuoto.⁷ Erityisesti huonoasentoisten murtumien kohdalla sivulevy-liukuruuvi-yhdistelmän etuna edelliseen verrattuna voidaan pitää sen tarjoamaa kiinteää reisiluun varren ja -kaulan välisen kulman tukea.^{8,73} Käytettävän kiinnityksen tulisi sallia varaaminen välittömästi täydellä painolla. Operaation jälkeen kontrolliröntgenkuvat otetaan ennen potilaan kotiutumista ja jatkossa kiinnityksen pitävyys ja murtuman asento kontrolloidaan kliiniradiologisesti 6–8 viikon kuluttua leikkauksesta.¹⁷

Verrattuna tekonivelleikkaukseen, osteosynteesi on fiksaatiomenetelmästä riippumatta leikkauksena vähemmän kajoava, infektioriskiltään pienempi ja sairaalassaoloaika on lyhyempi. Erityisesti nuorten potilaiden kohdalla on myös hyvä tiedostaa, että tekonivelimplanttien käyttöikä on korkeintaan noin 20 vuotta⁶, kun taas osteosynteesi tarjoaa parhaassa tapauksessa elinikäisen leikkaustuloksen. Potilastyytyväisyydessä ja kuolleisuudessa ei ole havaittu eroa tekonivelen ja osteosynteesin välillä⁴⁹, mutta osteosynteesin käyttöön liittyy suurempi uusintaleikkauksen riski.⁷⁴

Murtuman kiinnityksen yleisimmät komplikaatiot ovat murtuman luutumattomuus, avaskulaarinen nekroosi (AVN), fiksaation pettäminen ja reisiluun kaulan lyhentyminen.⁶ Komplikaation seurauksena päädytään useimmiten uusintaleikkaukseen, joka vanhemman ikäluokan osalta tarkoittaa käytännössä osa- tai kokotekonivelleikkausta. Posteriorinen kallistuma ja dislokaatio preoperatiivisessa sivukuvassa on useissa tutkimuksissa liitetty uusintaleikkauksen riskiin.⁷⁵ Lisäksi yli 80 vuoden ikä, huono ravitsemustila ja mediaalisen korteksin pirstaleisuus voivat ennustaa riskiä uusintaleikkaukseen.⁸

4. FEMORAL NECK SYSTEM (FNS)

Reisiluun kaulan murtumien hoitoon tarkoitettu Femoral Neck System (DePuy Synthes, Zuchwil, Switzerland) tuli markkinoille vuonna 2017 ja Turun yliopistollisessa keskussairaalassa (TYKS) laite otettiin käyttöön vuonna 2019.¹¹ Toistaiseksi laitetta koskevat tutkimukset rajoittuvat kahteen kadaveritutkimukseen sekä yhteen pienen potilasaineiston kliiniseen tutkimukseen. Vaikka biomekaaniset tutkimukset eivät ole verrattavissa kliinisiin tutkimuksiin, antavat ne luotettavaa osviittaa laitteen soveltuvuudesta kliiniseen käyttöön.⁷²

FNS:n, kuten lukuisten muidenkin markkinoilla olevien uusien osteosynteesi-implanttien, tavoitteena on yhdistää kanyloitujen ruuvien ja sivulevy-liukuruuvi-yhdistelmän hyvät ominaisuudet yhteen laitteeseen.⁸ FNS vastaa tähän yhdistämällä sivulevy-liukuruuvi-yhdistelmän tarjoaman kiinteän kulman ja yksinkertaisen asetuksen kanyloitujen ruuvien pienempään ihoavaukseen ja polyaksaaliseen tukeen.

Biomekaanisesti yhtä isoa ruuvia yhdistettynä levyyn pidetään kanyloituja ruuveja kestävämpänä ratkaisuna. Iso sylinterimäinen ruuvi mahdollistaa kontrolloidun murtuman painumisen, joka edistää luonnollista remodellaatiota, mutta altistaa samanaikaisesti reisiluun kaulan lyhentymälle. Tutkimusten mukaan suurempi kulma kaulan ruuvin ja reisiluun varren välillä parantaa laitteen kiinnitystä ja kestävyttä.^{72,76} Tutkimukset on tehty sivulevy-liukuruuvi-yhdistelmällä.

4.1 Laite

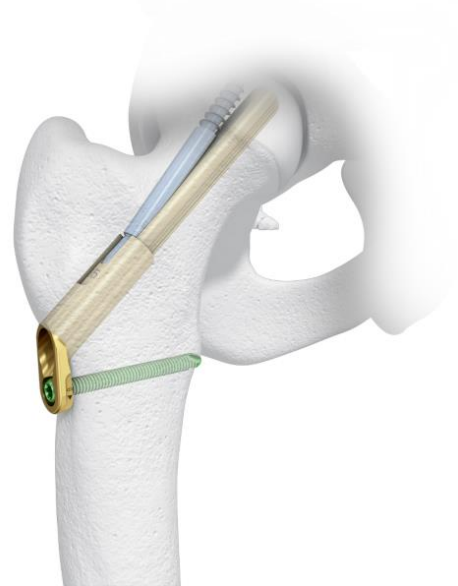
FNS koostuu kolmesta osasta: pultista, antirotaatoruuvista ja angulaatiota estävästä levystä (kuva 4). Pultti kantaa suurimman laitteeseen kohdistuvan painon sekä säilyttää murtuman asennon muiden ruuvien asettamisen ajan, toimien samalla ohjurina muille ruuveille.

Ennen asetusta pultti yhdistetään levykappaleen läpimitaltaan pulttia suurempaan sylinteriin.

Tämän ansiosta pultti ja antirotaatoruuvi liukuvat sylinterin suhteen, mahdollistaen murtuman

hallitun painuman. Levy fiksoidaan reisiluun varteen yhdellä lukkoruuvilla. Viimeiseksi

asetettava antirotaatoruuvi lisää laitteeseen polyaksiaalisen tuen, joka on menetelmällä mahdollista saavuttaa siroonkin reisiluun kaulaan.^{9,77}



Kuva 4: Femoral Neck System, DePuy Synthes (Zuchwil, Switzerland). Kuvan käyttö yrityksen luvalla.

Pultin ja antirotaatoruuvien liukuminen toistensa suhteen mahdollistaa valmistajan mukaan jopa 15 mm reisiluun kaulan painumisen ilman lateraalista painumaa.^{10,77} Kokonaisuudessaan laitteen luvataan kestävän 20 mm kaulan painuma fiksaation pettämättä.

Valmistajan ohjeen mukaan FNS on tarkoitettu ainoastaan hyväasentoisten reisiluun kaulan murtumien hoitoon.⁷⁸ Lisäksi potilaskohtaisina vasta-aiheina mainitaan sepsis, todettu maligniteetti, reisiluun kaulan verenkierron vahingoittuminen tai allergia laitteen materiaalille.

4.2 Tutkimukset

Kuten aikaisemmin todettiin, julkaistuja tutkimuksia FNS:n käytöstä reisiluun kaulan murtumien hoidossa on vielä niukasti (taulukko 3). Julkaistut kadaveritutkimukset (Stoffel K. ym. 2017 ja Schopper C. ym 2020) ovat laitetta valmistavan yrityksen rahoittamia.^{9,10}

Taulukko 3: Yhteenveto kirjallisuushaun tuloksista. FNS = Femoral Neck System, 3CS = kanyloidut ruuvit, DHS-blade = dynamic hip screw, sivulevy-liukuruuvi-yhdistelmä, DHS-screw = DHS yhdistettynä antirotaatoruuviin.

Artikkeli	Tutkimusasetelma	Murtuman asento?	Tulokset	Johtopäätökset
Stoffel et al. 2017: Biomechanical Evaluation of the Femoral Neck System in Unstable Pauwels III Femoral Neck Fractures: A Comparison with the Dynamic Hip Screw and Cannulated Screws.	20 paria (n=40) luovutettuja reisiluita. 4 randomoitua ryhmää, joiden välillä vertailut FNS vs 3CS ja DHS-screw vs DHS-blade. Aksiaalinen kasvava syklinen kuormitus eri menetelmillä korjattuihin murtumiin.	Huonoasentoinen	FNS, DHS-screw ja DHS-blade:lla vähemmän fiksaation pettämistä ja reisiluun kaulan lyhentymistä. DHS-screw kesti varussuuntaista painumaa muita menetelmiä paremmin	FNS on biomekaanisilta ominaisuuksiltaan vastaava kuin jo markkinoilla olevat DHS-blade ja DHS-screw
Schopper et al. 2020: Higher stability and more predictive fixation with the Femoral Neck System versus Hansson Pins in femoral neck fractures Pauwels II	14:ta luovutettua reisiluuta (n=14), jotka satunnaistettiin murtuman korjaukseen FNS:llä (n=7) tai Hansson Pin Systemillä (n=7). Kasvava syklinen kuormitus, kunnes fiksatio pettää.	Hyväasentoinen	FNS kesti varussuuntaista painumaa vertailumenetelmää paremmin. Ei eroa dorsaalisessa kallistumassa tai reisiluun kaulan rotaatiossa.	FNS tarjoaa Hansson Pin Systemiä paremman tuen varussuuntaiseen painumaan ja on asetukseltaan yksinkertaisempi ja toistettavampi.
Aaltonen et al. 2020: Femoral Neck System (FNS) reisiluun kaulan murtumien hoidossa.	Retrospektiivinen tarkastelu, 35 FNS:llä hoidettua potilasta, joista 34 sisällytettiin 6kk seurantaan potilaspapereista.	Hyväasentoisia 69 %, huonoasentoisia 31 %	Kuolleisuus 6 %, uusintaleikkauksia 11,8 %. Ei eroa hyvä- ja huonoasentoisten murtumien välillä. Keskimääräinen reisiluun kaulan lyhentymä 6-8vk kohdalla 5mm.	FNS vertautuu nykyisin jo käytössä oleviin osteosynteesimenetelmiin uusintaleikkauksien määrää tarkasteltaessa.

Vuonna 2017 julkaistu kadaveritutkimus vertasi kanyloituja ruuveja ja FNS:ää huonoasentoisten (Pauwels III) murtumien hoidossa 20:llä parilla luovutettuja reisiluita.⁹ Rinnakkaisessa vertailussa samalla asetelmalla verrattiin DHS:ää ja DHS-screw-yhdistelmää (DHS yhdistettynä antirotaatoruuviin). FNS, DHS ja DHS-screw todettiin kanyloituja ruuveja paremmaksi menetelmäksi, kun arvioitiin fiksaation pettämistä ja reisiluun kaulan lyhentymää. DHS-screw-yhdistelmällä todettiin vähemmän varussuuntaista kallistumaa FNS:ään ja DHS:ään verrattuna.

Toinen menetelmän biomekaniikkaa tarkasteleva tutkimus julkaistiin vuonna 2020, keskittyen hyväasentoisiin murtumiin (Pauwels II). Tutkimuksessa verrattiin FNS:n ja Hansson Pin Systemin (Swemac, Linköping, Sweden) mekaanisia ominaisuuksia 14:ta luovutetulla reisiluulla.¹⁰ FNS:n todettiin kestävän varussuuntaista painumaa vertailumenetelmää paremmin. Tarkasteltaessa murtumien dorsaalista kallistumaa ja reisiluun kaulan rotaatiota (rotation around neck axis), ei menetelmien välillä havaittu eroa.

Kirjallisuushaussa löydettiin yksi julkaistu FNS:ää koskeva kliininen tutkimus.¹¹ Retrospektiivisessä tutkimuksessa tarkasteltiin Turun yliopistollisessa keskussairaalassa (TYKS) vuoden aikana FNS-menetelmällä hoidettuja potilaita. Aineisto koostui 35:tä potilaasta, joista 69 %:lla oli hyväasentoinen (Garden I-II) ja 31 %:lla huonoasentoinen murtuma (Garden III-IV). Puolen vuoden seurantaan sisällytettiin 34 potilasta. Kuolleisuus oli aineistossa 6 % ja uusintaleikkausten määrä 11,8 %, vertautuen muihin käytössä oleviin osteosynteesimenetelmiin. Kolmen kuukauden kontrolliin osallistuneista potilaista (n=21) 43 %:lla oli apuväline käytössä. Pienessä aineistossa ei havaittu eroa hyvä- ja huonoasentoisten murtumien välillä.

5. POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia kirjallisuuskatsauksen avulla, mitä Femoral Neck Systemin (FNS) käytöstä reisiluun kaulan murtumien hoidossa tiedetään.

Katsaukseen sisällytettiin tietokantahakujen jälkeen kolme julkaisua, joista kaksi keskittyi laitteen biomekaniikkaan ja yksi julkaisu tutki FNS:än käyttöä retrospektiivisesti potilasaineistossa. Katsauksessa löytyneiden julkaisujen pientä määrää selittää menetelmän uutuus. FNS tuli markkinoille vuonna 2017, joten laajaa kokemusta laitteen kliinisestä käytöstä ei ole vielä ehtinyt kertyä. Biomekaanisesti laite vaikuttaa vertautuvan nykyisin yleisimmin käytössä olevaan osteosynteesimenetelmään, kolmeen ruuviin. Tällä hetkellä prospektiivisia, FNS:ää koskevia kliinisiä tutkimuksia on rekisteröity kolme.⁷⁹

Reisiluun kaulan murtumien hoidosta tekee erityisen haastavaa potilaiden korkea keski-ikä, usein heikentynyt luun laatu sekä reisiluun kaulan haastava anatomia ja heikko verisuonitus. Yhtä yksittäistä, kliiniseen käyttöön parhaiten soveltuvaa murtumaluokitusta ei myöskään ole onnistuttu yrityksistä huolimatta kehittämään. Luokituksen tulisi olla riittävän yksinkertainen tulkittavaksi akuuttivaiheen röntgenkuvista, mutta samanaikaisesti riittävän tarkka erottelemaan eri hoitointerventioista parhaiten hyötyvät potilaat. Yksinkertainen luokittelu parantaa lisäksi sen toistettavuutta. Tällä hetkellä kenties käytetyin luokitus, Garden-luokitus, perustuu yksinomaan AP-suuntaisiin röntgenkuviin, eikä ota huomioon sivukuvasta mitattavaa posteriorista kallistumaa. Uusin luokitus, AO/OTA-luokitus huomio sekä murtuman dislokaation asteen että murtumafragmenttien määrän, mutta johtaa samalla epäkäytännöllisen monimutkaiseen ja toistettavuudeltaan heikkoon luokitteluun.³⁴

Väestön ikääntyessä huomio tulisi kohdistaa hallittavissa olevien riskitekijöiden, kuten heikentyneen luuntiheyden ja kaatumistapaturmien ehkäisyyn paitsi inhimillisten, myös taloudellisten kustannusten hillitsemiseksi. Erityinen huomio tulisi suunnata potilasryhmiin, joiden mortaliteetti on muihin lonkkamurtumapotilaisiin nähden suurentunut, kuten hoitokotien asukkaisiin ja potilaisiin, joiden yleisterveys on heikentynyt.

Lonkkamurtuma on yli 60-vuotiaiden yleisin murtuma ja iäkkäämmillä potilailla päädytään usein jo akuuttivaiheessa tekonivelen asettamiseen. Nuorempien potilaiden kohdalla osteosynteesi on suositeltu hoitovaihtoehto oman nivelen säästämiseksi. Yleisyydestään huolimatta osteosynteesin käyttöön liittyy merkittävä komplikaatoriski murtuman primääristä asennosta riippumatta, eikä nykyisten osteosynteesimenetelmien välillä ole havaittu paremmuutta minkään yksittäisen menetelmän eduksi. Yleisimpiä komplikaatioita ovat murtuman luutumattomuus, avaskulaarinen nekroosi (AVN), fiksaation pettäminen sekä reisiluun kaulan lyhentyminen. Tulevaisuudessa tavoitteena on menetelmä, joka on sekä riittävän tukeva että mahdollistaa murtuman anatomisen reduktion ja varhaisen mobilisaation.

Yhteenvedona voidaan todeta, että tällä hetkellä saatavilla olevan tutkimustiedon valossa FNS vaikuttaa mekaanisten ominaisuuksiensa osalta yhtä hyvältä vaihtoehdolta reisiluun kaulan murtumien hoidossa kuin nykyisin käytössä olevat osteosynteesimenetelmät. Potilasaineisto antaa viitteitä menetelmän pätevyydestä myös kliinisessä käytössä. Menetelmän yleistyessä tulisi tutkimus jatkossa suunnata suurempiin potilasaineistoihin ja pyrkiä pidempään seuranta-aikaan näiden tulosten vahvistamiseksi.

Lähteet

1. Kannus P, Niemi S, Parkkari J, Sievänen H. Continuously declining incidence of hip fracture in Finland: Analysis of nationwide database in 1970–2016. *Arch Gerontol Geriatr*. 2018;77:64-67. doi:10.1016/j.archger.2018.04.008
2. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Ortopediyhdistyksen asettama työryhmä. Lonkkamurtuma. Käypä hoito -suositus. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim (viitattu 20.04.2021). Saatavilla internetissä: www.kaypahoito.fi.
3. Panula J, Pihlajamäki H, Mattila VM, et al. Mortality and cause of death in hip fracture patients aged 65 or older - A population-based study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011;12:105. doi:10.1186/1471-2474-12-105
4. Smith T, Pelpola K, Ball M, Ong A, Myint PK. Pre-operative indicators for mortality following hip fracture surgery: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing*. 2014;43(4):464-471. doi:10.1093/ageing/afu065
5. Hongisto MT, Pihlajamäki H, Niemi S, Nuotio M, Kannus P, Mattila VM. Surgical procedures in femoral neck fractures in Finland: A nationwide study between 1998 and 2011. *Int Orthop*. 2014;38(8):1685-1690. doi:10.1007/s00264-014-2346-6
6. Bhandari M, Swiontkowski M. Management of Acute Hip Fracture. Solomon CG, ed. *N Engl J Med*. 2017;377(21):2053-2062. doi:10.1056/NEJMc1611090
7. Nauth A, Creek AT, Zellar A, et al. Fracture fixation in the operative management of hip fractures (FAITH): an international, multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*. 2017;389(10078):1519-1527. doi:10.1016/S0140-6736(17)30066-1
8. Okike K, Hasegawa IG. Current Trends in the Evaluation and Management of Nondisplaced Femoral Neck Fractures in the Elderly. *J Am Acad Orthop Surg*. 2021;29(4):e154-e164. doi:10.5435/JAAOS-D-20-00349
9. Stoffel K, Zderic I, Gras F, et al. Biomechanical Evaluation of the Femoral Neck System in Unstable Pauwels III Femoral Neck Fractures: A Comparison with the Dynamic Hip Screw and Cannulated Screws. *J Orthop Trauma*. 2017;31(3):131-137. doi:10.1097/BOT.0000000000000739
10. Schopper C, Zderic I, Menze J, et al. Higher stability and more predictive fixation with the Femoral Neck System versus Hansson Pins in femoral neck fractures Pauwels II. *J Orthop Transl*. 2020;24:88-95. doi:10.1016/j.jot.2020.06.002
11. Aaltonen N, Ekman E. Femoral Neck System (FNS) reisiluun kaulan murtumien hoidossa. *Suom Ortop ja Traumatol*. 2020;43. http://www.soy.fi/files/soy_43_2_2020_web_small.pdf. Accessed April 12, 2021.
12. Somersalo A, Paloneva J, Kautiainen H, Lönnroos E, Heinänen M, Kiviranta I. Incidence of fractures requiring inpatient care. *Acta Orthop*. 2014;85(5):525-530. doi:10.3109/17453674.2014.908340
13. Veronese N, Maggi S. Epidemiology and social costs of hip fracture. *Injury*. 2018;49(8):1458-1460. doi:10.1016/j.injury.2018.04.015
14. Moore KL. *Clinically Oriented Anatomy*.; 2014.
15. Li M, Cole PA. Anatomical considerations in adult femoral neck fractures: How anatomy influences the treatment issues? *Injury*. 2015;46(3):453-458. doi:10.1016/j.injury.2014.11.017

16. Paulsen F, Waschke J. *Sobotta Atlas of Human Anatomy, General Anatomy and Musculoskeletal System*. Vol 1. 15th ed. (Paulsen F, Waschke J, eds.); 2013. doi:10.1097/phm.0000000000000242
17. Kröger H, Aro H, Böstman O, Lassus J, Salo J. *Traumatologia*. 8. täysin. Helsinki: Kandidaattikustannus; 2019.
18. Walker Foster K, Eiff P, Asplund CA, Grayzel J. *Overview of Common Hip Fractures in Adults*. In: *UpToDate* (Accessed on April 20, 2021.). Post TW (Ed), UpToDate, Waltham, MA.
19. Nordström P, Eklund F, Björnstig U, et al. Do both areal BMD and injurious falls explain the higher incidence of fractures in women than in men? *Calcif Tissue Int*. 2011;89(3):203-210. doi:10.1007/s00223-011-9507-z
20. Parker M, Johansen A. Hip fracture. *Br Med J*. 2006;333(7557):27-30. doi:10.1136/bmj.333.7557.27
21. Leblanc KE, Muncie HL, Leblanc LL. *Hip Fracture: Diagnosis, Treatment, and Secondary Prevention*. Vol 89.; 2014. www.aafp.org/afpAmericanFamilyPhysician945. Accessed April 6, 2021.
22. Quah C, Boulton C, Moran C. The influence of socioeconomic status on the incidence, outcome and mortality of fractures of the hip. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93-B(6):801-805. doi:10.1302/0301-620X.93B6.24936
23. Johansson H, Kanis JA, Odén A, et al. A Meta-Analysis of the Association of Fracture Risk and Body Mass Index in Women. *J Bone Miner Res*. 2014;29(1):223-233. doi:10.1002/jbmr.2017
24. Chen FP, Fu TS, Lin YC, Fan CM. Risk factors and quality of life for the occurrence of hip fracture in postmenopausal women. *Biomed J*. 2018;41(3):202-208. doi:10.1016/j.bj.2018.04.001
25. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Endokrinologiyhdistyksen SG ja SG ry:n asettama työryhmä. Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim (viitattu 20.04.2021). Saatavilla internetissä: www.kaypahoito.fi.
26. Stubbs B, Schofield P, Binnekade T, Patchay S, Sepehry A, Eggermont L. Pain Is Associated with Recurrent Falls in Community-Dwelling Older Adults: Evidence from a Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Med (United States)*. 2014;15(7):1115-1128. doi:10.1111/pme.12462
27. Deandrea S, Lucenteforte E, Bravi F, Foschi R, La Vecchia C, Negri E. Risk factors for falls in community-dwelling older people: A systematic review and meta-analysis. *Epidemiology*. 2010;21(5):658-668. doi:10.1097/EDE.0b013e3181e89905
28. Schmitt NM, Schmitt J, Dören M. The role of physical activity in the prevention of osteoporosis in postmenopausal women-An update. *Maturitas*. 2009;63(1):34-38. doi:10.1016/j.maturitas.2009.03.002
29. Pripp AH, Dahl OE. The population attributable risk of nutrition and lifestyle on hip fractures. *HIP Int*. 2015;25(3):277-281. doi:10.5301/hipint.5000229
30. Hopewell S, Adedire O, Copsey BJ, et al. Multifactorial and multiple component interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;2018(7). doi:10.1002/14651858.CD012221.pub2
31. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;2012(9).

doi:10.1002/14651858.CD007146.pub3

32. Kani KK, Porrino JA, Mulcahy H, Chew FS. Fragility fractures of the proximal femur: review and update for radiologists. doi:10.1007/s00256-018-3008-3
33. Roberts KC, Brox WT, Jevsevar DS, Sevarino K. Management of hip fractures in the elderly. *J Am Acad Orthop Surg*. 2015;23(2):131-137. doi:10.5435/JAAOS-D-14-00432
34. Masionis P, Uvarovas V, Mazarevičius G, et al. The reliability of a Garden, AO and simple II stage classifications for intracapsular hip fractures. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019;105(1):29-33. doi:10.1016/j.otsr.2018.11.007
35. Biz C, Tagliapietra J, Zonta F, Belluzzi E, Bragazzi NL, Ruggieri P. Predictors of early failure of the cannulated screw system in patients, 65 years and older, with non-displaced femoral neck fractures. *Aging Clin Exp Res*. 2020;32(3):505-513. doi:10.1007/s40520-019-01394-1
36. Sjöholm P, Otten V, Wolf O, et al. Posterior and anterior tilt increases the risk of failure after internal fixation of Garden I and II femoral neck fracture. *Acta Orthop*. 2019;90(6):537-541. doi:10.1080/17453674.2019.1637469
37. Kazley JM, Banerjee S, Abousayed MM, Rosenbaum AJ. Classifications in brief: Garden classification of femoral neck fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2018;476(2):441-445. doi:10.1007/s11999-00000000000000066
38. Oakes DA, Jackson KR, Davies MR, et al. The Impact of the Garden Classification on Proposed Operative Treatment. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;409(409):232-240. doi:10.1097/01.blo.0000059583.08469.e5
39. Shen M, Wang C, Chen H, Rui Y feng, Zhao S. An update on the Pauwels classification. *J Orthop Surg Res*. 2016;11(1):161. doi:10.1186/s13018-016-0498-3
40. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. *J Orthop Trauma*. 2018;32:S1-S170. doi:10.1097/BOT.0000000000001063
41. Ko FC, Morrison RS. A trigger for palliative care in vulnerable older adults. *JAMA Intern Med*. 2014;174(8):1281-1282. doi:10.1001/jamainternmed.2014.999
42. Neuman MD, Silber JH, Magaziner JS, Passarella MA, Mehta S, Werner RM. Survival and functional outcomes after hip fracture among nursing home residents. *JAMA Intern Med*. 2014;174(8):1273-1280. doi:10.1001/jamainternmed.2014.2362
43. Lunde A, Tell GS, Pedersen AB, et al. The Role of Comorbidity in Mortality after Hip Fracture: A Nationwide Norwegian Study of 38,126 Women with Hip Fracture Matched to a General-Population Comparison Cohort. *Am J Epidemiol*. 2019;188(2):398-407. doi:10.1093/aje/kwy251
44. Kristensen PK, Thillemann TM, Søballe K, Johnsen SP. Are process performance measures associated with clinical outcomes among patients with hip fractures? A population-based cohort study. *Int J Qual Heal Care*. 2016;28(6):698-708. doi:10.1093/intqhc/mzw093
45. Nurmi I, Narinen A, Lüthje P, Tanninen S, Lüthje • P, Tanninen • S. Functional outcome and survival after hip fracture in elderly: a prospective study of 106 consecutive patients. 2004;4:7-14. doi:10.1007/s10195-004-0033-x
46. Hoffman GJ, Liu H, Alexander NB, Tinetti M, Braun TM, Min LC. Posthospital Fall Injuries and 30-Day Readmissions in Adults 65 Years and Older. *JAMA Netw open*. 2019;2(5):e194276. doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.4276
47. Berry SD, Samelson EJ, Hannan MT, et al. Second hip fracture in older men and women:

The framingham study. *Arch Intern Med*. 2007;167(18):1971-1976.
doi:10.1001/archinte.167.18.1971

48. Johansson H, Siggeirsdóttir K, Harvey NC, et al. Imminent risk of fracture after fracture. *Osteoporos Int*. 2017;28(3):775-780. doi:10.1007/s00198-016-3868-0
49. Mukka S, Sjöholm P, Aziz A, et al. A cohort study comparing internal fixation for undisplaced versus hip arthroplasty for displaced femoral neck fracture in the elderly: A pilot study for a clinical trial. *Pilot Feasibility Stud*. 2020;6(1):98. doi:10.1186/s40814-020-00642-w
50. Brox WT, Roberts KC, Taksali S, et al. The American Academy of Orthopaedic Surgeons Evidence-Based Guideline on Management of Hip Fractures in the Elderly. *J Bone Jt Surgery-American Vol*. 2015;97(14):1196-1199. doi:10.2106/JBJS.O.00229
51. Orosz GM, Magaziner J, Hannan EL, et al. Association of Timing of Surgery for Hip Fracture and Patient Outcomes. *J Am Med Assoc*. 2004;291(14):1738-1743. doi:10.1001/jama.291.14.1738
52. Bottle A, Aylin P. Mortality associated with delay in operation after hip fracture: Observational study. *Br Med J*. 2006;332(7547):947-950. doi:10.1136/bmj.38790.468519.55
53. Borges FK, Bhandari M, Guerra-Farfan E, et al. Accelerated surgery versus standard care in hip fracture (HIP ATTACK): an international, randomised, controlled trial. *Lancet*. 2020;395(10225):698-708. doi:10.1016/S0140-6736(20)30058-1
54. Ritcey B, Pageau P, Woo MY, Perry JJ. Regional nerve blocks for hip and femoral neck fractures in the emergency department: A systematic review. *Can J Emerg Med*. 2016;18(1):37-47. doi:10.1017/cem.2015.75
55. Abou-Setta AM, Beaupre LA, Rashid S, et al. Comparative Effectiveness of Pain Management Interventions for Hip Fracture: A Systematic Review. *Ann Intern Med*. 2011;155(4):234. doi:10.7326/0003-4819-155-4-201108160-00346
56. Taha ME, Audigé L, Siegel G, Renner N. Factors predicting secondary displacement after non-operative treatment of undisplaced femoral neck fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2015;135(2):243-249. doi:10.1007/s00402-014-2139-9
57. Gjertsen J-E, Vinje T, Lie SA, et al. Patient satisfaction, pain, and quality of life 4 months after displaced femoral neck fractures: A comparison of 663 fractures treated with internal fixation and 906 with bipolar hemiarthroplasty reported to the Norwegian Hip Fracture Register. *Acta Orthop*. 2008;79(5):594-601. doi:10.1080/17453670810016597
58. Leonardsson O, Rolfson O, Hommel A, Garellick G, Åkesson K, Rogmark C. Patient-Reported Outcome After Displaced Femoral Neck Fracture. *J Bone Jt Surg*. 2013;95(18):1693-1699. doi:10.2106/JBJS.L.00836
59. Pedersen AB, Mailhac A, Garland A, et al. Similar early mortality risk after cemented compared with cementless total hip arthroplasty for primary osteoarthritis: data from 188,606 surgeries in the Nordic Arthroplasty Register Association database. *Acta Orthop*. 2020;92(1):47-53. doi:10.1080/17453674.2020.1842003
60. Hopley C, Stengel D, Ekkernkamp A, Wich M. Primary total hip arthroplasty versus hemiarthroplasty for displaced intracapsular hip fractures in older patients: Systematic review. *BMJ*. 2010;340(7761):1397. doi:10.1136/bmj.c2332
61. Dolatowski FC, Frihagen F, Bartels S, et al. Screw Fixation Versus Hemiarthroplasty for

- Nondisplaced Femoral Neck Fractures in Elderly Patients. *J Bone Jt Surg.* 2019;101(2):136-144. doi:10.2106/JBJS.18.00316
62. The HEALTH Investigators. Total Hip Arthroplasty or Hemiarthroplasty for Hip Fracture. *N Engl J Med.* 2019;381(23):2199-2208. doi:10.1056/NEJMoa1906190
 63. Burgers PTPW, Van Geene AR, Van Den Bekerom MPJ, et al. Total hip arthroplasty versus hemiarthroplasty for displaced femoral neck fractures in the healthy elderly: A meta-Analysis and systematic review of randomized trials. *Int Orthop.* 2012;36(8):1549-1560. doi:10.1007/s00264-012-1569-7
 64. *Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry.*; 2020. <https://aoanjrr.sahmri.com/annual-reports-2020>. Accessed June 8, 2021.
 65. Gausden EB, Cross WW, Mabry TM, Pagnano MW, Berry DJ, Abdel MP. Total Hip Arthroplasty for Femoral Neck Fracture: What Are the Contemporary Reasons for Failure? *J Arthroplasty.* February 2021. doi:10.1016/j.arth.2021.02.008
 66. Vincenten CM, Gosens T, Susante JC van, Somford MP. The Girdlestone situation: a historical essay. *J Bone Jt Infect.* 2019;4(5):203-208. doi:10.7150/jbji.36618
 67. Nazemi AK, Upfill-Brown A, Arshi A, et al. Analysis of perioperative outcomes in hip resection arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021;1:3. doi:10.1007/s00402-021-03833-z
 68. Cordero-Ampuero J. Girdlestone Procedure: When and Why. *HIP Int.* 2012;22(8_suppl):36-39. doi:10.5301/HIP.2012.9568
 69. Rogmark C, Flensburg L, Fredin H. Undisplaced femoral neck fractures-no problems? A consecutive study of 224 patients treated with internal fixation. *Injury.* 2009;40(3):274-276. doi:10.1016/j.injury.2008.05.023
 70. Murphy DK, Randell T, Brennan KL, Probe RA, Brennan ML. Treatment and displacement affect the reoperation rate for femoral neck fracture trauma. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(8):2691-2702. doi:10.1007/s11999-013-3020-9
 71. Oñativia IJ, Slulittel PAI, Diaz Dileria F, et al. Outcomes of nondisplaced intracapsular femoral neck fractures with internal screw fixation in elderly patients: a systematic review. *HIP Int.* 2018;28(1):18-28. doi:10.5301/hipint.5000532
 72. Augat P, Bliven E, Hackl S. Biomechanics of Femoral Neck Fractures and Implications for Fixation. *J Orthop Trauma.* 2019;33(1):S27-S32. doi:10.1097/BOT.0000000000001365
 73. Cha Y-H, Yoo J-I, Hwang S-Y, et al. Biomechanical Evaluation of Internal Fixation of Pauwels Type III Femoral Neck Fractures: A Systematic Review of Various Fixation Methods. *Clin Orthop Surg.* 2019;11(1):1. doi:10.4055/cios.2019.11.1.1
 74. Viberg B, Frøslev T, Overgaard S, Pedersen AB. Mortality and revision risk after femoral neck fracture: comparison of internal fixation for undisplaced fracture with arthroplasty for displaced fracture: a population-based study from Danish National Registries. *Acta Orthop.* November 2020:1-12. doi:10.1080/17453674.2020.1850940
 75. Gjertsen JE, Fevang JM, Matre K, Vinje T, Engesæter LB. Clinical outcome after undisplaced femoral neck fractures. *Acta Orthop.* 2011;82(3):268-274. doi:10.3109/17453674.2011.588857
 76. Panteli M, Rodham P, Giannoudis P V. Biomechanical rationale for implant choices in femoral neck fracture fixation in the non-elderly. *Injury.* 2015;46(3):445-452. doi:10.1016/j.injury.2014.12.031

77. DePuy Synthes. *FEMORAL NECK SYSTEM Dedicated Fixation for Femoral Neck Fractures*.
78. DePuy Synthes. *Instructions for Use Plate and Screw Implants*.; 2021.
www.depuyssynthes.com/ifu. Accessed April 12, 2021.
79. Search of: fns - List Results - ClinicalTrials.gov.
<https://clinicaltrials.gov/ct2/results?cond=fns&term=&cntry=&state=&city=&dist=>.
Accessed June 8, 2021.

Kuvalähteet

Kuva 1: Tekijän oma.

Kuva 2: Raaymakers E et al. Viitattu 22.4.2021. Haettu osoitteesta:
<https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/proximal-femur/femoral-neck-fracture-transcervical-or-basicervical/definition>

Kuva 3: Hahn S et al. 2017. Viitattu 22.4.2021. Haettu osoitteesta:
https://www.researchgate.net/figure/Garden-classification-of-femoral-neck-fractures_fig2_321164615

Kuva 4: DePuy Synthes, Zuchwil, Switzerland. Kuvan käyttö ainoastaan yrityksen luvalla.
Haettu osoitteesta:
<https://www.jnjmedicaldevices.com/en-US/product/femoral-neck-system-fns>

Liite 1: Taulukko käytetyistä hakulausekkeista.

Käytetty hakutermi	Pvm	Käytetty raja	Hakutuloksia
"femoral neck system"	3.2.2021	-	4
FNS AND osteosynthesis	3.2.2021	-	7
("internal fixation") AND ("femoral neck")	4.2.2021	2016–2021	341
("femoral neck") AND ("fixation device")	10.2.2021	2016–2021	10
("femoral neck fracture") AND ("fixation device" OR "implant")	10.2.2021	2016–2021	131
("femoral neck") AND ("fixation device" OR "implant")	11.2.2021	2016–2021	312
("femoral neck fracture") AND ("antirotation")	11.2.2021	2016–2021	9
("femoral neck") AND ("minimally invasive")	11.2.2021	2016–2021	65
"femoral neck osteotomy"	11.2.2021	2016–2021	19
("femoral neck") AND ("osteosynthesis")	11.2.2021	2016–2021	103
Elastic Modulus[MeSH] AND "femoral neck"	11.2.2021	2016–2021	7
Prosthesis Design[MeSH] AND "femoral neck" NOT arthroplasty	11.2.2021	2016–2021	9
Fracture Fixation, Internal/methods[MeSH] AND "femoral neck"	11.2.2021	2016–2021	235
Muut lähteet (hakutermit "Femoral Neck System" ja FNS AND osteosynthesis)	11.2.2021	2016–2021	1